

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять
з дисципліни

СВІТЛОТЕХНІЧНІ УСТАНОВКИ ТА СИСТЕМИ

*(для студентів денної та заочної форм навчання
за напрямом підготовки*

*6.050701 «Електротехніка та електротехнології»
спеціальності*

«Світлотехніка і джерела світла»)

**Харків
ХНАМГ
2012**

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Світлотехнічні установки та системи» (для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» спеціальності «Світлотехніка і джерела світла») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. І. Лісна, О. М. Ляшенко, В. С. Чернець. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 12 с.

Укладачі: О. І. Лісна, О. М. Ляшенко, В. С. Чернець.

Рецензент: доц. Г. О. Петченко

Затверджено на засіданні кафедри СДС, протокол № 2 від 20.09.2011р

1. Послідовність операцій при розрахунку освітленості від симетричних елементів

1. Визначають тангенс кута падіння світлового променя в розрахункову точку:

$$\operatorname{tg} \alpha = d/h_p, \quad (1)$$

де d — відстань від розрахункової точки до проекції вісі симетрії світильника на площину, яка перпендикулярна їй і проходить через розрахункову точку.

2. За знайденим тангенсом визначають кут α і $\cos^3 \alpha$.

3. За кривою сили світла заданого світильника знаходять силу світла I_α для знайденого кута α .

4. Підраховують освітленість горизонтальної, вертикальної або похилої площин.

2. Алгоритм розрахунку освітленості від лінії, що світить, у вертикальній площині

1. Із креслення, що визначає положення лінії, що світить, відносно розрахункової точки, знаходимо кут ($\gamma = \operatorname{arctg}(a/h_p)$).

2. За кривими сили світла світильника визначаємо силу світильника з одиниці довжини лінії:

$$I_\gamma = \frac{(I_\gamma)_{1000}}{L} \cdot \frac{nF_l}{1000}, \quad (2)$$

де $(I_\gamma)_{1000}$ — сила світла світильника для $F_l = 1\,000$ Лм.

3. Із креслення, що визначає положення лінії, що світить, відносно розрахункової точки, знаходимо кут ($\varphi = \operatorname{arctg}(L/l)$).

4. Користуючись рівнянням:

$$E_A = \frac{I_\gamma \cos^2 \gamma}{2h_p} \cos^2 \gamma \left(\varphi + \frac{\sin 2\varphi}{2} \right), \quad (3)$$

визначаємо освітленість у розрахунковій точці.

де I_γ — сила світла з одиниці довжини лінії, що світить, у поперечній площині;

φ — кут, під яким видна лінія, що світить, із точки розрахунку;

h_p — висота розташування лінії, що світить, над освітлюваною поверхнею.

3. Алгоритм розрахунку освітленості з використанням кривих рівної відносної освітленості

1) із креслення, що визначає положення лінії, що світить, відносно точки розрахунку, знаходимо відносні координати:

$$p' = \frac{a}{h_p} \quad L' = \frac{n(L + \lambda)}{h_p};$$

2) за кривими відносної освітленості визначаємо ε для знайдених p' і L' ;

3) за $E = \frac{F_{\text{л}}}{h_p(L + \lambda)1000} \varepsilon$ знаходимо освітленість горизонтальної

площини.

4. Алгоритм розрахунку освітленості від поверхонь рівномірної яскравості, що світять

1. Із креслення, що визначає положення прямокутника, що світить, відносно розрахункової точки, знаходимо відносні координати $p^2 = b/m$ і $p1 = a/m$.

2. За номограмою $e = f(P_1, P_2)$ визначаємо коефіцієнт освітленості e .

3. За $E_A = \pi L_e = M_e$ заданої світності визначаємо освітленість; (e -коефіцієнт освітленості в розрахунковій точці, створюваній розрахунковою поверхнею).

5. Методика розрахунку світлового потоку від точкового елемента, що світить, із симетричним розподілом сили світла на поверхню, перпендикулярну до його вісі симетрії

1. Світлорозподіл світильника характеризується залежністю $I_0 = f(\alpha)$.

2. Розіб'ємо весь простір, що оточує розглянутий світильник, на зональні тілесні кути, які мають загальну вісь, що збігається з віссю симетрії точкового елемента, що світить, і рівні світлові потоки, що включають тілесні кути утворені обертанням плоских кутів (рис. 2.1).

3. За відомою залежністю $I_0 = f(\alpha)$ побудуємо рис. 2. – криву зростаючих зональних світлових потоків $\Sigma F_a = f(\alpha)$. Визначаємо α і радіуси кільцевих зон на розрахунковій площині $r_i = h \operatorname{tg} \alpha_i$.

4. Розбиваємо кожну з кільцевих зон сімейством радіальних прямих, що становлять сліди площин, які проходять через вісь симетрії світильника і зміщені одна відносно одної на постійний кут.

Кожен елемент розрахункової сітки вміщуватиме світловий потік, який дорівнює

$$\Delta F = \frac{(F_{cb})_{0-90}}{mn}, \quad (4)$$

де $(F_{cb})_{0-90}$ – світловий потік світильника в зоні $0 - 90^\circ$;

n – кількість кутових зон, на яке розбитий простір, що оточує світильник;

m – кількість січних площин.

Наклавши розрахункову сітку на план приміщення так, щоб її полюс був сполучений із проекцією світильника на плані (рис. 3), і підрахувавши кількість елементів сітки N , що знаходяться всередині контура,

обмеженого стінами приміщення, визначаємо величину світлового потоку, що падає на розрахункову площину:

$$F'_p = N \frac{(F_{cb})_{0-90}}{mn}; \quad (5)$$

$$F_\Sigma = \sum_{i=1}^K F_i. \quad (6)$$

Аналогічно може бути підрахований світловий потік, що падає від світильника на стелю. Розрахункова сітка для цього випадку має бути побудована за кривою сили світла світильника для верхньої півсфери навколишнього простору й у масштабі відстані h_0 від світильника до стелі приміщення:

$$F'_{\text{потолка}} = N_1 \frac{(F_{cb})_{90-180}}{mn}, \quad (7)$$

де N_1 – кількість елементів розрахункової сітки, що укладаються в межах контуру стелі;

$(F_{cb})_{90-180}$ – світловий потік світильника в зоні $90 - 180^\circ$.

Знайдені F'_p і F'_n дозволяють визначити світловий потік, що падає на стіни приміщення:

$$F'_c = F_{\text{повний світловий потік}} - (F'_n + F'_p). \quad (8)$$

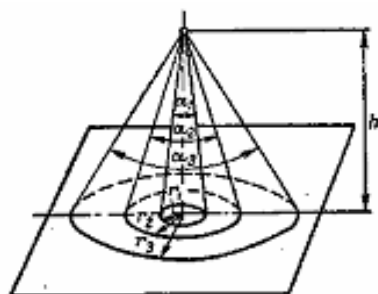


Рис. 1 – До розрахунку світлового потоку функції a

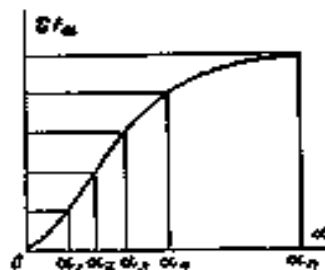


Рис. 2 – Графік зростаючих від точкового елемента, що світить, із симетричним світлорозподілом

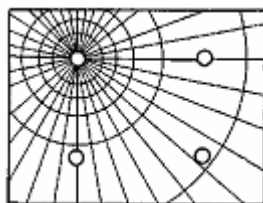


Рис. 3 – Визначення світлового потоку накладенням розрахункової сітки

5. Послідовність визначення світлового потоку, що падає на смугу нескінченної довжини

1. Розбиваємо розрахункову площину на ділянки так, щоб проекція вісі світильника збігалася з одним з кутів кожної з таких ділянок (рис. 4).

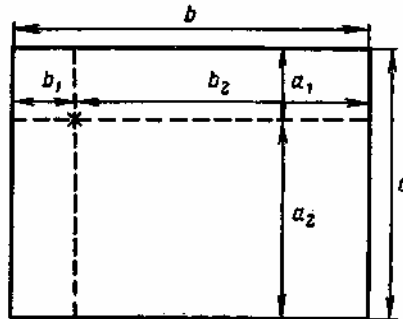


Рис. 4 – Розбиття приміщення на ділянки

2. Із креслення, що визначає розташування світильника відносно розрахункової площини, знаходимо координати a/h і b/h .

3. За знайденими координатами a/h і b/h , користуючись графіком на $k_\epsilon = f(\frac{a}{h})$, знаходимо коефіцієнти $(K_\alpha)_a$ і $(K_\alpha)_b$.

4. За кривою сили світла світильника розраховуємо зональні світлові потоки для 10-градусних зон оточуючого світильник простору.

5. За $(\Delta F_\alpha)_a = 0.5 \Delta F_\alpha (K_\alpha)_a$ визначаємо зональні й повний світловий потоки, що падають від світильника на розглянуту ділянку.

6. Знайшовши аналогічно світловий потік, що падає на інші три ділянки розрахункової площини, і додаючи їх, визначаємо потік, що падає на розрахункову площину.

7. Послідовність розрахунку світлового потоку за методом тілесних кутів первинного використання

1) визначаємо відносну сторону квадрата, еквівалентного заданій прямокутній розрахунковій площині $a_e = \frac{2ab}{a+b}$;

2) знаходимо значення тілесних кутів первинного використання для кожної 10-градусної зони;

3) за знайденим значенням тілесних кутів первинного використання ω_a і значенням сили світла світильника для середини кожної зони I_a знаходимо зональні світлові потоки, що падають на розрахункову площину або стелю;

4) підсумовуючи добуток $I_a \omega_a$ в необхідних межах, визначаємо світлові потоки, що падають на розрахункову площину (F_p') і потік (F_n').

8. Розрахунок розподілу світлового потоку від світлової лінії

Для визначення світлового потоку, що падає від світлової лінії на горизонтальну площину, паралельну її вісі:

1) розіб'ємо простір, що оточує лінію, яка світить, на рівні двогранні кути γ . Світловий потік світної лінії, що лежить у межах кута γ , позначимо через F_γ ;

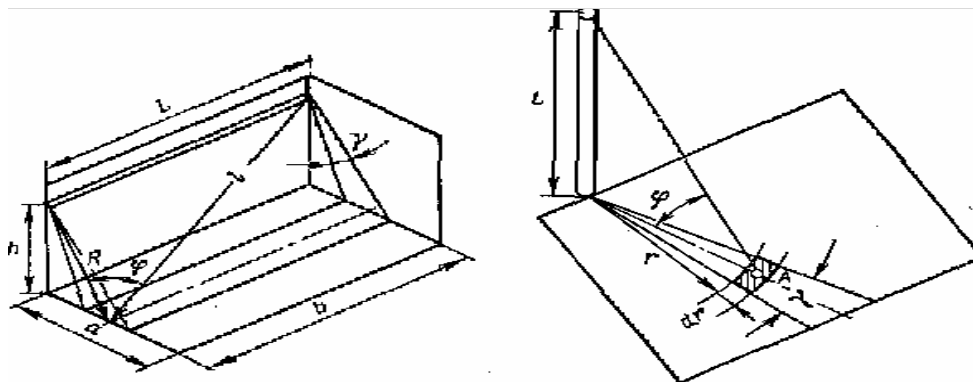


Рис. 5 – Розташування світлової лінії відносно розрахункової поверхні

2) нехай потік, що падає на одну зі стін, перпендикулярну вісі лінії, що світить – F_γ ;

3) частка потоку лінії, що світить, який падає на розрахункову площину

$$K_i = \frac{(F_\gamma)_i - 2(F'_\gamma)_i}{(F_\gamma)_i} = 1 - \frac{2(F'_\gamma)_i}{(F_\gamma)_i}; \quad (9)$$

4) світловий потік, що падає на всю розрахункову площину

$$F_{ab} = \sum_{i=1}^n (F_\gamma)_i K_i, \quad (10)$$

де n – кількість двогранних кутів γ , обмежених шириною a розрахункової площини.

9. Метод зональних множників

Порядок розрахунку світлового потоку, що падає на розрахункову площину, за методом Ейнхарта зводиться до наступного:

1) розраховуємо відносні розміри приміщення a/h і b/h і, користуючись табличними значеннями ($K_\gamma = f(a/h)\gamma = const$; $K_\phi = f(b/h)\gamma = const$), визначаємо K_γ і K_ϕ ;

2) за
$$1) dF_\gamma''' = \frac{I_\gamma}{2} \gamma \frac{L^2 dr}{L^2 + r^2}, \quad (11)$$

або

$$F_{\gamma} = \frac{I_{\gamma} L \pi \gamma}{2}, \quad (12)$$

або

$$2) F_{\gamma} = \frac{4}{3} \mathcal{I}_{\gamma} L, \quad (13)$$

розраховуємо зональний світловий потік F_{γ} ;

3) визначаємо світловий потік лінії, що світить, який падає на розрахункову площину

$$F_{ab} = 2n \sum_{\gamma=0}^{\gamma=\gamma_a} \Delta F_{\gamma} K_{\gamma} K_{\varphi}, \quad (14)$$

де n – кількість ліній, що світять, у приміщенні;

ΔF_{γ} – світловий потік світильників у межах 10-градусного двогранного кута;

K_{γ}, K_{φ} – зональні множники.

Точність тут у межах 10 – 15% за умови, що відстань між рядами світильників L/h у приміщенні складає 1,0 – 1,5 і, відповідно, відстань від крайнього ряду світильників до стін становить половину відстані між рядами.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Мешков В. В., Епанешников М. М. Осветительные установки: Уч. пособие для ВУЗов. – М.: Энергия, 1972. – 360 с.
2. Справочная книга по светотехнике. / Под ред. Ю. Б. Айзенберга, 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006 – 972 с ил.
3. Г. М. Кнорринг, Н. М. Фадин, В. Н. Сидоров. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – С-Пб: Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
4. ДБН В.2.5–28–2006. Природне і штучне освітлення. – К: Мінбуд України, 2006.

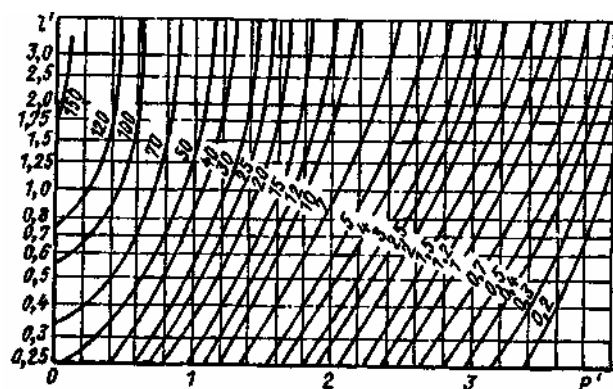
Таблиця 1 – До розрахунку розподілу світлових потоків ОУ при застосуванні методу Дубінкіна

Тілесні кути первинного використання												
α_{cp}	$a_{екв}/h$											Зональний коефіцієнт світлового потоку
	0,5,0	0,75	1,00	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,0	
5												0,095
15	0.140											0,283
25	-	0,11 1	0,32									0,463
35	-	-	0,04	0.293	0.460	0,516	0 544	0,561	0,572	0.580	0.586	0,628
45	-	-	-	0,002	0.360	0,492	0,560	0,602	0.630	0.650	0,666	0,774
55	-	-	-	-	0,354	0.514	0,602	0,647	0,695	0,723	0,744	0,897
65	-	-	-	-	0.122	0.303	0,501	0,591	0.653	0.698	0,733	0,993
75	-	-	-	-	-	0,081	0,224	0,359	0.458	0.533	0,597	1,058
885	-	-	-	-	-	-	-	0,001	0.018	0,066	0.116	1,091
95	-	-	-	-	0/139	0,256	0.325	0.416	0,506	0.576	0,635	1,091
105	-	-		0,091	0,536	0,703	0,789	0,83?	0.876	0,902	0,921	1,058
115	-	0.067	0,565	0,926								0,993
125	0.049	0.747										0,897
135	0,575											0,774
145												0,628
155												0,463
165												0,283
175												0,095

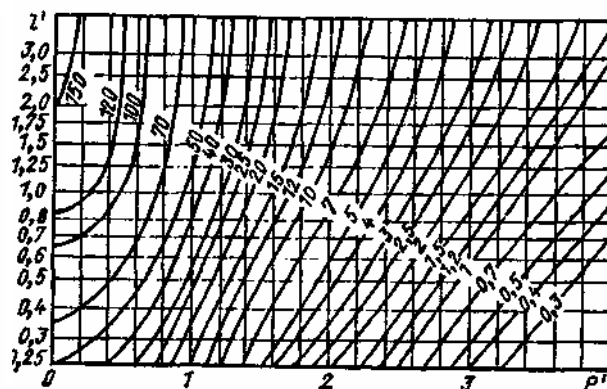
Примітка: $a_{екв}$ – сторона еквівалентного квадрата, яка визначається як

$$a_{екв} = \frac{2ab}{h_p(a+b)}.$$

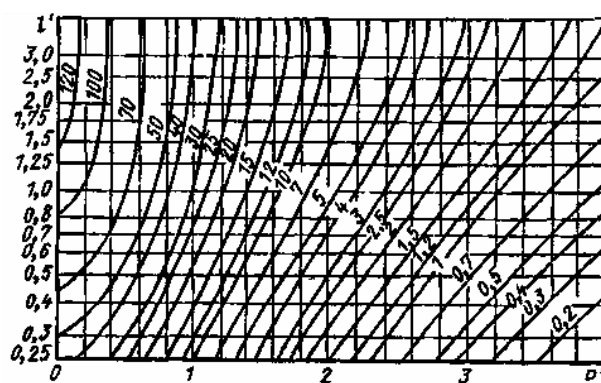
Криві рівної освітленості для світильників з різними типами кривих сил світла (КСС)



для світильників із КСС типу М

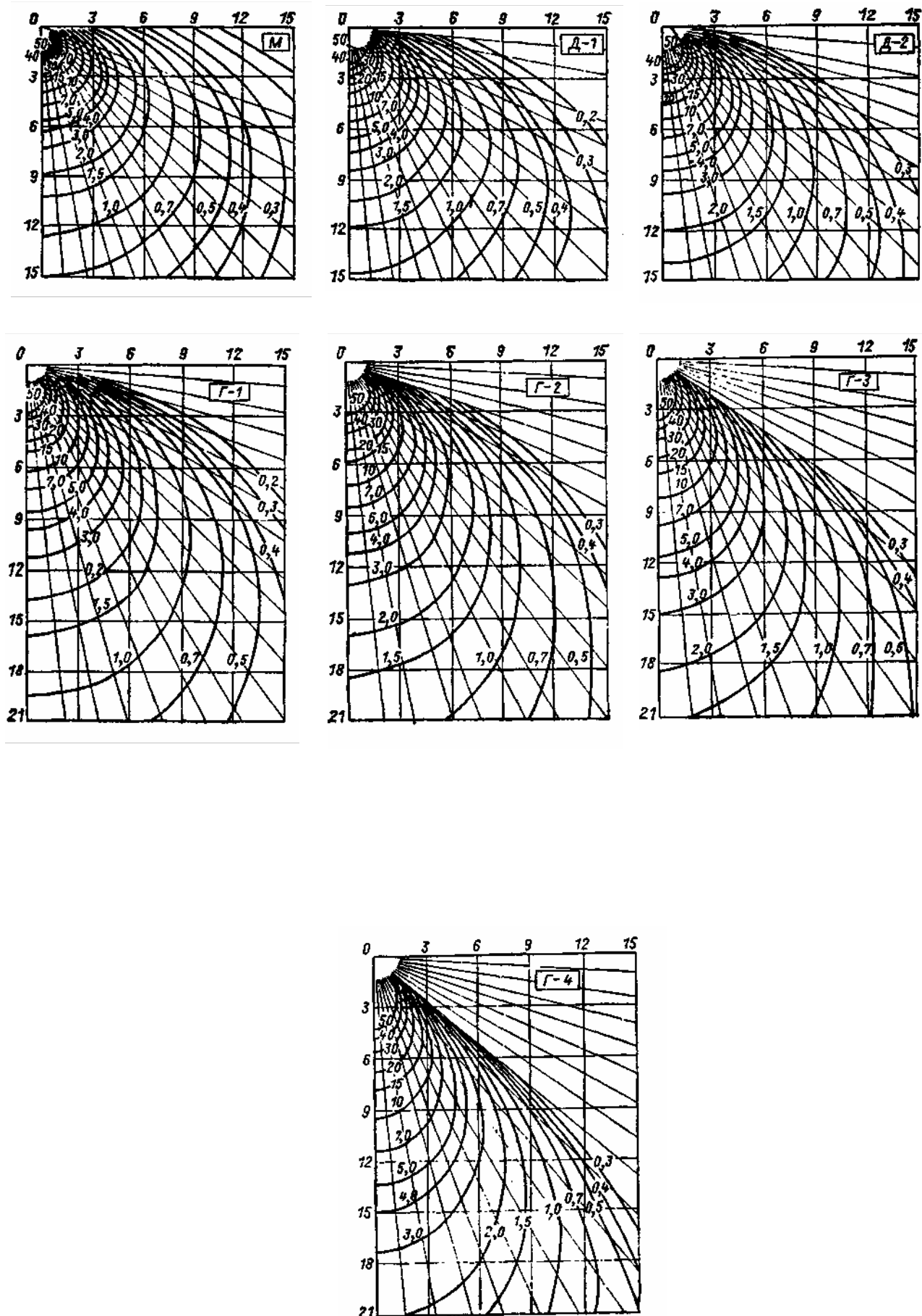


для світильників із КСС типу Д-1



для світильників із КСС типу Г

Просторові криві умовної горизонтальної освітленості



Навчальне видання

Методичні вказівки

до практичних занять

з курсу

«Світлотехнічні установки та системи»

*(для студентів денної і заочної форм навчання
за напрямом підготовки 6.050701 «Електротехніка та
електротехнології» спеціальності «Світлотехніка і джерела світла»)*

Укладачі: ЛІСНА Ольга Іванівна,
ЛЯШЕНКО Олена Миколаївна,
ЧЕРНЕЦЬ Віра Сергіївна

Відповідальний за випуск: *А. С. Литвиненко*

Редактор: *К. В. Дюкар*

Комп'ютерне верстання: *І. В. Волосожарова*

План 2011, поз. 259М

Підп. до друку 27.10.11
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60х84/16
Ум. друк. арк. 1,0
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12. 05. 2011 р.